Advisory Council on Science and Technology

Conseil consultatif des sciences et de la technologie

SUPPORTING DOCUMENT

6

Profile of the

Information and Communications Technologies Sector

Prepared for the Expert Panel on Skills
by Timothy Denton and Bert Pereboom

1999

Canada

PROFILE OF
THE INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES SECTOR

The Advisory Council on Science and Technology
Expert Panel on Skills

101-00211/

This publication is also available electronically on the World Wide Web at the following address:
http://acst-ccst.gc.ca/skills

This publication can be made available in alternative formats upon request. Contact the Information Distribution Centre at the numbers listed below.

This document is part of a series of research documents that constitute background material for *The Report of the Expert Panel on Skills*. For additional copies of this publication, available on CD-ROM, please contact:

Information Distribution Centre
Communications Branch
Industry Canada
Room 205D, West Tower
235 Queen Street
Ottawa ON K1A 0H5

Tel.: (613) 947-7466
Fax: (613) 954-6436
E-mail: **publications@ic.gc.ca**

© Her Majesty the Queen in Right of Canada (Industry Canada) 2000
Cat. No. C2-467/2000-31E-IN

Abstract

Industry representatives indicate that top-level graduates from electronic engineering, computer sciences and related fields are key to further job creation and technical innovation in Canada's information and communications technologies sector. Finding ways to develop, support and retain these people in Canada is a very important task for industry and public policy, and there are no easy solutions. Levels of compensation and taxation, the economic opportunities available, the scarcity of possible employers in Canada, the amount of research money available in Canadian universities, and international demand for — as well as the mobility of — talented people mean that these industries face formidable challenges in retaining persons with key skills in Canada.

Skills at less educated levels — undergraduate university, colleges and training schools — are being developed effectively and in adequate numbers for expanding labour markets. A large number of government, industry and educational institutions are responding to growing needs, both individually and in partnership. Many fear, however, that the Canadian industry is in danger of becoming a minor player in a sector that will be the driving force in the world economy in the 21st century.

Skill issues are central to a strategic effort to ensure that Canada remains at the forefront of the information economy. The rapid increase in demand for certain skills has revealed weaknesses in the current monitoring systems and contributed to a range of opinions on the severity of the ICT sector skill shortage. Indeed, some doubt that there is a serious skill shortage at all. Much of this confusion may be related to a lack of precision in specifying the type of skills in demand. Statistics Canada and industry organizations have begun to develop classification systems for skills in the ICT sector. However, the extremely rapid development of technology and fast-moving labour markets continue to present challenges in monitoring and responding to the skill needs of the ICT sector.

Contents

ABSTRACT ii

PREFACE 1

INDUSTRY SECTOR CHARACTERISTICS 2

The Challenge of the Future 2
Current Situation 3

MANAGEMENT PRACTICES 8

CRITICAL SKILL NEEDS AND GAPS 12

Skill Needs 12
Skill Gaps 13

RECRUITMENT, TRAINING AND DEVELOPMENT PATTERNS 13

OVERVIEW: KEYS AND OBSTACLES TO SUCCESS 15

BEST PRACTICES AND CASE STUDY PROFILES 16

APPENDIX I: SOURCE DATA 19

Web Sites 20
Interviews 20

Preface

Information and communications technologies (ICT) industries are widely viewed as the driving force in the world economy of the 21st century. The development and production of new technologies as well as the productive implementation of these innovations throughout the economy are seen as key sources of economic growth. Every industrialized nation seeks to ensure that its economy participates in the innovation and growth that the industry generates.

The ICT sector almost defies definition because of its revolutionary impact on the entire economy. Fundamental changes in the capability, cost and availability of information technologies are altering markets in virtually all industries. In the past 20 years, there has been a surge in jobs associated with managing information networks and systems in virtually all sectors of the economy and computers have become standard work tools for a large and growing proportion of the work force.

Beyond this significant impact on work practices in traditional industries, information and communications technologies have fostered new forms of service delivery, and even new industries, including electronic commerce, tele-health, animation and special effects, other forms of electronic entertainment, and new learning technologies.

Taken together, information and communications technologies are clearly enabling technologies, which means that they have broad application and potential to raise productivity levels across many industries. This also means that many employers in many industries are competing for talent in implementing and maintaining information and communications systems.

While this profile recognizes the enormous potential of these applications, it focusses on the industries that develop and install the hardware and software infrastructure that enables information and communications applications throughout the economy. The ICT sector serves as a crucial economic activity in its own right, but also as a supplier of fundamental infrastructure, services and innovation for many other sectors of the economy.

INDUSTRY SECTOR CHARACTERISTICS

The Challenge of the Future

Economic and Market Pressures

The information and communications technologies (ICT) sector includes industry segments with distinct natures at different stages of evolution. Some industries in this sector, chiefly information technology (IT) hardware and software, are on the leading edge of change driven by the application of computer power and the re-organization of communications through the Internet. Other industries, notably telephone service, are undergoing radical change, and their relative importance in terms of labour and skill requirements are shrinking.

The ICT sector is creating vast amounts of wealth through the pursuit of new technical possibilities driven by scarce technical and entrepreneurial talent. Venture capital gravitates to promising business plans and talent, and talent commands a high price in salaries and benefits as well as stock options and other equity stakes in the enterprise.

Technological Upheaval

Telecommunications hardware and services are being revolutionized by the advent of packet switching, the technical basis of the Internet. The sector benefits from extremely rapid increases in the power of computers and the carrying capacity of transmission media, including wireless and fibre-optic cable.

By the year 2000, half of all traffic will be packetized data; by 2008, more than 98 percent of traffic will be packetized data, and voice traffic on the public telephone network is rapidly becoming a small proportion of total communications network traffic. More and more network traffic will be generated by the transmissions of data between electronic devices because they have few natural limits on their rate or the duration of communications.

Telecommunications Have Fundamentally Changed

Both the telecommunications equipment and services industries are in a similar period of transition, with an emphasis on compatability and standards, which the computer industry saw in the 1980s. The telecommunications services industry is subject to the same pressures toward open platforms and horizontal software layering, which allows new entrants into previously closed markets.

Similar advances in packetized transmission, Internet protocols, band width and price performance as are gained in wired communications are likewise revolutionizing wireless delivery media.

Internet service providers of public on-ramps to the Internet have emerged as an important economic and technical function. Whether this economic function will endure or be absorbed into facilities-based carriers is an open question which depends largely on network access that is currently controlled to a great extent by the traditional providers of telephone service.

Regulatory Change

Canada has relatively few restrictions on exports of high technology products, but some Canadian companies are subject to U.S. export rules in certain areas (e.g. cryptography and so on).

The telecommunications services sector had been regulated as a natural monopoly industry, but technological advance has undermined the economic basis for monopoly delivery. Pro-competitive policies and deregulation have opened this market to new competition. Accordingly, telecommunications services has been going through an intense period of adjustment, as firms enter and traditional monopolies respond to a new competitive market.

Governments continue to license more spectrum in order to permit new forms of signal delivery and to foster competition in the long distance, local access and cable services markets. Regulators try to ensure that adequate competition safeguards are in place. This work will continue as the design philosophy of the Internet — open, peer-to-peer protocols continue to challenge the closed proprietary model of the telephone network.

Current Situation

Industry Definition

Defining the ICT sector has proved to be a complex undertaking, involving the cooperation of number of federal and international agencies over the past five years. For sector-wide statistics, we draw on Industry Canada data, based on the Organisation for Economic Co-operation and Development's (OECD) definition of the ICT sector.

Some segments falling within the broad OECD definition, such as Radio Players, Radio and TV Receivers, are small industries in Canada, and are therefore referred to only in passing in this profile. We follow the Industry Canada division of the ICT sector into manufacturing and services segments.

The ICT manufacturing segment is defined as those industries that manufacture the hardware components of the ICT sector, composed chiefly of consumer electronics, communication and other electronic equipment industry, computer equipment, communications and energy wire and cable, and instrumentation.

The ICT services segment includes communications industries, ICT wholesaling, and software and computer services.

The selection of industry categories reflects a view, supported by interviews with people in the sector, that scarce talent is gravitating toward those places where technological change and economic opportunity are greatest. The selection of these industries is based on a recognition that opportunities for people skilled in ICT exist in almost every segment of the economy, but are perhaps more highly concentrated in these selected industries.

For example, a company that makes devices to protect computer networks against Trojan horses and other novel forms of electronic security breach may be unknown today, but worth a half billion dollars in 10 years. One could call these software-driven services, and classify them as a service industry. Another company might make encryption/decryption routers for Internet traffic and, despite an ongoing relationship to a customer base, be classified as a manufacturer in the goods industry. Their assignment to a place is relatively unimportant for the purposes of a skill analysis, though the fact that businesses of this sort are driving the technological revolution is of great significance.

Economic Contribution of ICT

The total contribution of Canadian ICT industries to gross domestic product (GDP) in 1997 was $42.3 billion in 1992 dollars or 6.1 percent of the output of the Canadian economy. Manufacturing activity contributed $8.7 billion, growing at 5.9 percent per year between 1990 and 1997. ICT services contibuted $33.6 billion to GDP in 1997, and had a real growth rate of 6.3 percent per year between 1990 and 1997.

Table 1: Economic Activity in ICT Industries, 1997

Industry	Revenue ($000 000)	GDP (1992 $) ($000 000)	Employment	R&D ($000 000)
Total ICT Manufacturing	**27 912**	**8 711**	**97 386**	**2 530**
Consumer electronics	212	42	882	15
Communications equipment	16 610	5 341	57 480	2 057
Computer equipment	5 822	1 439	15 617	356
Com wire and cable	1 908	563	5 672	3
Instrumentation	3 400	1 326	17 735	99
Total ICT Services	**72 276**	**33 571**	**376 542**	**1 064**
Communications	25 571	16 250	112 421	159
ICT wholesaling	32 867	9 398	90 421	317
Software and services	13 550	7 923	173 700	587
Machinery rental & leasing	288	NA	NA	NA
TOTAL ICT INDUSTRIES	**100 151**	**42 282**	**473 928**	**3 600**

Source: Industry Canada, *ICT Statistical Review 1990–97,* May 1999.

Employment in the ICT sector grew from 391 000 in 1990 to 474 000 in 1997, an average annual increase of 2.8 percent over that period. All of this employment gain occurred in the services segment, chiefly in software and computer services.

The ICT manufacturing sector runs a large and growing trade deficit that reached $21 billion in 1998, on exports of $25 billion and imports of $46 billion. Among the industry segments, only telecommunications equipment consistently runs a trade surplus, including a positive trade balance of $2.1 billion in 1998.

Software and Computer Services Lead Growth

Table 2 focusses on growth in economic activity in software and computer services, showing substantial increases in employment and revenues generated throughout the period 1990–97.

Table 2: Economic Activity in Software and Computer Services

	1990	1996	1997
Paid employees	52 060	96 600	116 600
Self-employment	19 600	40 700	57 100
Total employment	71 660	137 300	173 700
No. of establishments	10 924	16 216	NA
Contribution to GDP in 1992 constant dollars	$3.2 billion	$7.0 billion	$7.9 billion

Source: Industry Canada, *ICT Statistical Review 1990–97,* May 1999.

The software and computer services sector indicates the transformations that are changing the world of business. Note that employment increased by 102 000 jobs in a seven-year period, from a base of 72 000. In constrast, employment levels in the manufacturing sector, of telecommunications and computers showed only slight gains or losses.

The size of the average firm in ICT industries tends to be small. The small size of firms in this sector illustrates a point frequently made in interviews conducted for this profile: that the hiring of people with experience was preferred, and that people without experience have a difficult time finding work. An eight-person firm experiences 12 percent employment growth with the addition of one more employee, and that employee must generate revenues quickly to pay for his or her salary. Further, the fact that the industry rewards those first to market with a serviceable product means that firms seek to hire people who can contribute immediately to projects under way.

Growth Inside and Outside ICT

The real contribution of the software and computer services sector to the economy, more than doubled over the 1990–97 period, increasing from $3.2 billion to $7.9 billion. By comparison, the telecommunications equipment segment saw a 62 percent increase in real GDP over that period, rising to $2.7 billion, and the telecommunications services industry showed a 31 percent increase in real output. In total, the real output of the ICT sector grew 52 percent between 1990 and 1997, compared with 15 percent growth in the economy overall.

The ICT sector is also the wellspring of much of the micro-electronics revolution being built into other parts of the economy. Growth in the ICT sector suggests that Canadian industry is buying ICT goods and services as it produces its own products and services, generating ripple effects throughout the economy. Although estimating the productivity impact of the ICT sector is beyond the scope of the study, it appears certain that the ICT sector generally, and the software and computer services segment in particular, is having a significant influence on the products and services of other sectors of the economy.

The Internet as a Driving Force

The Internet is the driving force behind much of the reorganization of business in the communications sector. It affects the communications sector directly by providing a model of a computer-driven communications system where intelligence resides at the edge, in the personal computer, rather than in the system, as in a telephone company's intelligent network. The Internet also provides a different pricing model from the voice and fax services of telephone companies, insofar as Internet users can access sites and other users throughout the world at no additional cost.

It may be too soon to measure accurately the impact of Internet Service Providers (ISPs) on the communications services sector. ISPs are not yet identified as a separate service category for statistical purposes, but 1998 estimates suggest there are about 400 ISPs in Canada with industry revenues of $0.75 billion.[1] Assuming one employee for every $100 000 in sales, that would mean that ISPs in Canada employ around 7500 people. Six companies account for roughly two thirds of the Canadian subscriber base, while the rest are served by a large variety of regional and local companies.[2]

Through the Internet, the communications network will eventually have the same relationship to the user as a computer's hard drive does. Currently, if users want a new service, they load it onto their computer. In the Internet vision, the network's job is to deliver the bits, exercising less

[1] Ron Kawchuk, President, Canadian Association of Internet Providers, in conversation, Wednesday, November 26, 1998

[2] Maurice Estabrooks, "Economic Analysis of the Internet Service Provider Industry in Canada," Industry Canada, 1997.

control over the services or content provided. The Internet model promises further changes to telecommunications as currently defined and paid for, and this is the basis for forecasts of further innovation and turbulence for the telecommunications services and equipment sector.

Rapid Pace of Innovation in Manufacturing

The manufacturing side of the ICT sector is largely driven by technological advance in computing power, and building the networks that connect individual computers. Although the ability to deliver a finished product is critical to building a strong customer base, maintaining a technological edge through constant improvements in the speed and power of computing and networking is key to participating in this industry.

John Roth, CEO of Nortel Networks, far and away Canada's leader in private sector research and development spending, believes companies need to adapt to "the culture of speed" to thrive under current market conditions.[3] Product development times at Nortel have moved from a five-year cycle in the telephone monopoly era, to nine months in an era of rapid deployment of Internet infrastructure. A more rapid pace of change requires leaner organizations with less bureaucracy and employees with a wider range of technical and especially project management and business skills.

Chip Design

Because thepresence of chip fabrication facilities is no longer necessary for the enterprises in a particular country to conduct design work, Canada is able to support a specialist micro-electronic design sector.

Despite the possibility of geographic separation of design and manufacturing of semiconductors, many believe that the lack of a major chip plant in Canada tends to foster the message that Canada is in the minor leagues of IT.

Industry Associations

A number of industry and professional associations are active in this sector, including the following:

- Canadian Advanced Technology Alliance (CATA)
- Canadian Association of Internet Providers (CAIP)
- Canadian Information Processing Society (CIPS)
- Information Technology Association of Canada (ITAC)
- Sectoral Skills Council of the Electrical and Electronics Industry
- Software Human Resource Council (SHRC)

[3] Quoted in John Greenwood, "Make Radical Moves," *The Financial Post 500*, June 1999, p. 50.

- British Columbia Technology Industries Association (BCTIA)
- Strategic Microelectronics Consortium
- Canadian Microelectronics Corporation
- Fédération de l'Informatique du Québec.

Union Matters

While the telephone service industry is heavily unionized, the telecommunications and computer manufacturing sector is largely not unionized, and the software and computer services, cable and ISP sectors are not unionized. Therefore, unions do not have a major presence in the leading and unregulated areas of the sector.

Thirteen unions represent a significant portion of the telephone service industry's work force (about 62 percent of the telephone companies, and 20 percent of the manufacturing sector in 1991) in all of its sectors. The top two unions are the Communications, Energy and Paperworkers Union of Canada, and the Telecommunications Workers Union.

Because of restructuring and downsizing, job security is the number one issue for workers in the telecommunications services industry. New technology, enhanced systems, changes in work organization and the demand for increased flexibility are creating numerous situations in which work falls to employees outside of the bargaining unit.

Inter-union cooperation to solve problems, such as the need for retraining, or to provide access to jobs for displaced workers is difficult to achieve. The drive for fexibility and competitiveness is challenging traditional union principles and contract provisions.

General Observations

Companies providing services such as telephone, cable and the Internet are distributed according to the population. Telecommunications and computer equipment manufacturers are located primarily in Ontario and around Montréal.

Nortel Networks, Newbridge and a very few other manufacturers account for most of the demand and opportunity for highly skilled engineering design graduates.

MANAGEMENT PRACTICES

No Common Pattern

Employment patterns vary enormously from the unionized and regulated telephone service sector to small, independent software development firms. These differences in structure and in the nature of the business mean that statements about one portion of the information and telecommunications sector do not apply to another. It would be therefore misleading to set forth the available data as if it pertained to one kind of enterprise.

Employment Gains

Some of the communication equipment industry segments were subject to small reductions in employment from 1990 to 1997. Overall, however, the industry saw a modest employment increase of 1300 people.

Employment grew by 102 000 people in the software and computer services segment, making it one of the most significant contributors to employment growth in the 1990s.

In some parts of the telecom industry, such as manufacturing, R&D and service sectors related to wireless communications and specialized services, employment is expanding rapidly.

New market opportunities, such as competitive local exchange carriers, multimedia communications and cellular networks are emerging. New divisions, separate new companies and joint ventures are appearing and creating new job opportunities, but often with different skill and knowledge requirements. ISPs have emerged since 1995 and now account for an estimated 7500 jobs.

Employment Losses

Employment in the telecommunications services sector decreased by 24 000 people over the period 1990–97, while revenues and value added continued to grow. Continued productivity growth means that many employees in telephone service companies will face early retirement, re-assignment or redundancy.

The occupational groups in the telecom services industry that are experiencing significant losses during this period include clerical, equipment installation/repair, management, telephone operator and fabrication/assembly. Occupations growing the most include those in sales, electronic engineering and computer specialization.

Employment in the office and store machinery, equipment and supplies, wholesale sector declined from 29 000 to 18 000 between 1990 and 1997, while employment rose from 51 000 to 72 000 over the same period in the wholesaling of computers, packaged software and other electronic machinery. Some of these changes may in fact be largely due to the reclassification of enterprises rather than a shift in employment.

In the telecommunications services sector, layers of management associated with marketing, sales, informatics, finance and communications have been reduced or eliminated. The reduction in management staff between 1989 and 1993 can partly be attributed to the restructuring of Canadian subsidiaries, in which many overhead functions have been relocated to the United States.

Smaller Firms Are Dynamic

Smaller firms in all sectors are demonstrating that they are better able to cope with the challenge of creating and sustaining a culture that is adaptive and responsive to change. It is easier to communicate in smaller firms because there are fewer levels of management, less bureaucracy and fewer rules. This is particularly demonstrated by the growth of the software and computer services sector, where employment, revenue and real output more than doubled between 1990 and 1997.

Companies in the manufacturing sector are adapting as rapidly as they can to the challenges and opportunities associated with the advent of networks based on Internet protocol.

Age Distribution Varies

The average age of employees in some of the large telecommunications companies is 40 and older; and many employees have long service and fully funded pensions. One large telephone organization estimates that 70 percent of its current work force could retire within the next 10 years.

The average age of employees with ISPs, though not surveyed in a scientific fashion, is under 30, and many are not even high-school graduates. Many ISPs are very small businesses. ISPs did not cite a labour shortage as a significant problem in a recent Industry Canada survey.

A Shortage of Skilled Workers?

Many of those involved in the education of engineers in Canada for micro-electronics and software take as a given that the supply of appropriately educated workers is key to Canada's economic future. Those interviewed believe there is a real shortage of those with the right training, and that a shortage of both creative engineers and enough professors to train them is a critical issue of national competitiveness.

In addition, many of those interviewed are concerned with attracting or retaining talent in Canada and are convinced that personal tax rates in Canada are too high compared with those of our relevant competition, the United States.

The view that there is a real software worker shortage in North America is strongly contested by figures presented before the U.S. Congress based on the proportion of software applicants hired (2 percent), average wage increases (7 percent in 1997) and other economic data. Canadian academic studies have also questioned whether or not there is a shortage of skilled workers, attributing recruitment difficulties to normal economic cycles. However, people who were interviewed for this profile and are in the business of hiring and training software engineers dispute this conclusion, based on their own experience and knowledge of the relevant labour markets.

Nevertheless, there have been upturns and downturns in the supply of bachelors of science in electrical engineering, computer science and mathematics. The number of graduates in computer science showed a sharp increase during the decade of 1976–86, followed by an abrupt decline from 1986 to 1990, followed by a gradual increase.[4]

Data from Statistics Canada indicate that Canada continues to gain more highly skilled professionals from other countries than it loses. Those who leave for the United States are more than made up for by recruiting abroad. Nevertheless, those interviewed for this profile who are involved with training and hiring in the micro-electronics and informatics sectors were not convinced that immigration to Canada combined with development of talent through universities would compensate for the loss of talented individuals to the United States.

One interviewee suggested that, "for companies in the information technology industry — both established companies and innovative start-ups — the shortage of skilled information technology professionals is beginning to affect future competitiveness and decisions on where to expand."

Qualifications

The talent driving the manufacturing segment of the industry is most often trained in electronic and network engineering and computer sciences. Innovators who can create large numbers of new jobs in this sector are typically university graduates, powerfully assisted by those with the personal and financial skills to grow companies beyond the initial stages. In this sector, where rapid innovation and change of fortune are normal, the most important asset is the human capital embodied in a relatively mobile technical elite.

[4] "Labour Market Trends for Computer Professionals in Canada," Preliminary Report, David Stager, University of Toronto, April 1999, using Statistics Canada data on graduates by field of study.

Interviews conducted for this profile indicate that the business of software creation — the designs that are incorporated into the products and services and used throughout the economy —depends on people with university-level training in related fields of computer science, mathematics and electrical engineering. This is to say that the job creators are most often found with these qualifications, though some can be self-taught programmers.

Interviewees emphasized that this talent is mobile. Thirty-year-old engineers in this field can earn C$75 000 to C$120 000. They are frequently at the peak of their mobility — young, newly married, ambitious — when U.S. recruiters come calling, offering the same or higher salaries in U.S. dollars aand at lower taxation rates.

The second major emphasis of some interviews was the economic implications of the inequality of talents. The business of software design requires much talent. The interviews indicated that the best are worth 10 times as much as the very good. Software teams can be built up around a "star," because talent is attracted to play for the best team doing the most interesting work. Top level designers work when they want, where they want and how they want. They also drive the business.

Rising Salaries

Recent data from Personnel Systems, an Ottawa-based compensation survey firm, show that salaries in the ICT sector have been rising an average of 2 to 2.5 percent annually, compared with a 1.5 percent average for the economy as a whole.

Specific occupations or job categories within the industry have experienced relatively large increases. These occupations include data base analysts and programmer analysts, whose average wages have been rising 5 to 7 percent annually over the past five years.

Common Labour Market Intelligence for the New Occupations

The Software Human Resources Council (SHRC) and Human Resources Development Canada (HDRC) have recently developed, for the first time, a common categorization and definition of software jobs, so that more accurate labour market information is now possible. Prior to this effort, the rapid change in the industry left it without a common vocabulary pertaining to job descriptions and skills.

Labour market intelligence, including common definitions of skills and job classifications, is often mentioned as the critical first step in improving the performance of the software job market.

CRITICAL SKILL NEEDS AND GAPS

Skill Needs

According to the interviews conducted for this profile, the "critical skills" consist of an academic engineering or computer sciences degree from a limited number of universities, at the bachelor, master's or doctoral levels, supplemented by three to ten years of experience in a relevant technology area. Clearly, such skills take time and money to develop.

In highly specialized elite engineering programs, if Canada maintains its employment growth rates, we can expect to see shortages of engineers at the bachelor level. As universities start to respond to anticipated shortages, however, uncoordinated activity runs the risk of producing an excessive increase, generating a boom and bust cycle of engineering graduates.

The interviewees suggested that engineers (and some other professionals) without software development expertise could contribute toward helping industries adapt to the computer revolution if they received additional training in software, networks and telecommunications. Thus, a civil engineer could become much more employable if he or she could demonstrate some qualifications in these areas, and go on to apply informatics in civil engineering. Likewise, a person with some legal training could apply informatics to law firms after having taken the appropriate courses.

Skill Gaps

Shortages of highly skilled workers have been experienced in the manufacturing and services segments of the industry. Government, industry and schools and colleges have implemented training programs aimed at fulfilling anticipated demand.

The ICT industry competes with non-ICT industries for talent, particularly in information systems and programming areas. Financial services, retailing, manufacturing, and consulting firms draw heavily on IT specialists as demand for implementing new technologies is expanding rapidly.

The interviewees consistently pointed to a shortage of qualified engineers, for whom three to ten years' experience is crucial to their value to firms in ICT hardware industries. These people are the team leaders who can guide entry-level engineers and the product development team. "Qualified" means a person with experience in the technology that the company is developing. There is a world of difference between the abilities and comprehension of a person leaving university with four years of training at an elite engineering institution, and someone graduating with two years' training from a college.

Shortages occur principally at the Master of Engineering level, according to those interviewed, and most PhDs are going to the United States. Only a very few companies, perhaps between 10 and 20 in the world, are able to hire someone with a PhD in engineering and make advantageous use of their skills or areas of expertise.

Wages are rising in the areas where talent and qualifications are scarce. Nevertheless, the interviews suggested that Canada suffers severe disadvantages in attracting and retaining qualified people because of lower salaries, less attractive stock options packages, higher tax rates and generally fewer opportunities than in the United States.

Soft skills — such as communications, coordination and management — were consistently rated as important factors in the success of an employee and a firm, and were thought to be undervalued in the education of engineers.

RECRUITMENT, TRAINING AND DEVELOPMENT PATTERNS

According to those interviewed, the growth of electronic commerce is projected to be so large, and the impact of the Internet so fundamental, that no one doubts the continued relevance and importance of supplying increasing numbers of people with sufficient training and education in IT.

People with high quality talent are attracted to companies that have a well-articulated, promising strategy to develop innovative products. They look for high productivity co-workers and companies that are considered good places to work. They also typically want a share of the equity potential of the firm or the products that they are developing.

A North American, if not world, market for talent in these fields — combined with relatively high tax levels and gaps in compensation levels — point to the ongoing threat of talented people leaving Canada for better opportunities in the United States.

Canada tries to make up for deficits in high calibre expertise by special arrangements to accelerate, on a temporary basis, the immigration of qualified software workers. Making it possible for the spouses of these engineers to work in Canada is considered an important aspect in attracting talent. Many believe, however, that the long-term retention of immigrants is problematic, as they too are attracted to the United States and inclined to move to pursue new opportunities.

Responses to Perceived Shortages by Industry

The SHRC is addressing human resource issues in a number of ways. It is actively promoting an awareness in schools of software as a vocational field and developing, with HRDC, common skills definitions and classifications, as well as educational and student entry pilot programs. There is, therefore, a coordinating centre available for human resource planning in this sector.

The skills issue gained the attention of many CEOs about two years ago. Although the issue is still topical and important, some have shifted their focus to the agenda, which includes issues such as the possible fall-out from the Asian economic crisis: over-capacity and weak markets. Taxation levels in Canada remain a vital issue for many of those hiring and concerned with keeping talent in Canada.

Official Survey: The Issues According to IT Firms

Industry Canada recently conducted an extensive survey of Canadian ICT firms (a random sample of 1174 companies, with 826 companies responding). In terms of recruiting new personnel, the survey respondents rated the difficulties of finding adequately trained personnel to be much more important than the cost of living in Canada. Canadian IT companies have a greater degree of difficulty in recruiting highly skilled workers to fill professional-level positions than for entry-level positions.

The same survey showed that Canadian ICT companies find the lack of applicants with relevant work experience to be the most significant factor contributing to difficulties in recruiting highly skilled workers. Better salaries and compensation offered by other countries or other industries were ranked much lower.

Some 46 percent of all ICT workers in Canada are considered by companies to be "highly skilled;" 65 percent of ICT companies in Canada reported no current (spring-summer 1998) vacant positions for highly skilled workers.

Although 54 percent of Canadian ICT companies are having no difficulty retaining their highly skilled workers, 44 percent are having either a moderate or a high degree of difficulty.

ICT companies that do experience difficulties in retaining highly skilled workers indicate that the most significant factor is "other companies in the industry offer better salaries." "Raiding by other companies" was also cited as being a significant factor.

OVERVIEW: KEYS AND OBSTACLES TO SUCCESS

Success Factors

Educated and qualified engineering talent is the basis of microchip and network design, which is the basis of all further technical progress in this and in other related fields. Fundamental improvements are possible but, with few exceptions, they cannot be realized without appropriately trained engineers.

Experience in the relevant technology is important. Most firms cannot afford to risk long or expensive terms of the on-the-job training. Continuous association with the relevant technology is therefore of great importance to being able to use one's talents in a particular company, and for any particular company to use a given engineer's or technician's talents profitably.

Another success factor is access to venture capital. The right money at the right time makes all the difference in getting a product on the market. Therefore, a vigorous and intelligent network of investors is needed to finance the high-risk ventures that characterize this rapidly changing sector.

Obstacles to Success

High domestic personal taxation rates were mentioned spontaneously by most interviewees as the greatest single factor making Canada less attractive to the kind of talent that they believe is urgently needed.

Many interviewees believe that Canada suffers from a shortage of appropriately educated talent in engineering and computer sciences — particularly a shortage of qualified talent with experience in the technology that is relevant to the products under development. The following were suggested as remedies for this situation: 1) expending more on the professors of engineering and computer science who help to develop talented individuals through training and education; 2) increasing the number of students preparing to enter the field; 3) making sure that universities teach vital courses in micro-electronic and software design; and 4) retraining and upgrading the skills of engineers and others who have not had the appropriate training.

For many firms, the shortage of potential employees is not great enough to force employers to take the risk to hire people with unproven talent and develop it. In many cases, Canada's software design houses are so small that they cannot afford to risk the company by hiring people with unproven talent.

The shortage of money over the long term will affect the ability to retain qualified university professors in the relevant engineering domains. Professors of engineering are being drawn into private industry, particularly to that of the United States, at salaries that Canada's universities say they cannot match. For this reason, it will be difficult to maintain, let alone increase, the number of people who will supply Canadian industry as the next generation of engineers.

The most serious long-term issue is the general level of education in society, which affects the aptitude of the population and its ability to participate in the information economy. The sources of creative talent for this sector need to be nourished by an educational system that emphasizes the appropriate skills and aptitudes for a broad segment of the public, from which the ICT sector's designers, workers, sales people, and managers are drawn. Canada currently invests heavily in post-secondary education. However, in an economy more than ever driven by brain-power (which is the product of education), keeping an educational system up to the required standard and encouraging skill development, science and technology are necessary in order to seize future opportunities.

BEST PRACTICES AND CASE STUDY PROFILES

Best practices need to be considered from both the long-term and the short-term point of view. Short-term best practices are those that maximize the effectiveness of the country's existing engineering, scientific and technical talent. Longer-term best practices are those that enlarge the pool of talent from which these scientists, engineers and technicians will be drawn in the future.

Short-term or Post-secondary Skills Development

The O-Vitesse Program provides an excellent example of how capable individuals can rapidly upgrade and augment existing skills for employment in the information economy. The O-Vitesse program provides university-level training to engineers, mathematicians and other capable candidates in fields relevant to software development. Typical candidates for the program would be qualified in a field not directly applicable to software design, but would have proven abilities as evidenced by the nature of their academic fields or aptitudes. Several Canadian universities offer the program, which is now being adopted by more institutions. Although the program was originally funded by government and private industry, private industry is assuming an increasing role in the program's funding. Candidates are retrained and emerge fully qualified in the basic skills of computing, object-oriented programming, real-time systems, computer networks, data management and software engineering product management. The program was created by the National Research Council Canada, and is now being privatized by Vitesse Reskilling Canada Inc. The program runs as a partnership among individuals, colleges and universities, industry, and government.

Information Technologies Institute (ITI) offers a nine-month program for university graduates in fields not typically associated with information technologies, including the humanities. Although tuition rates of roughly $20 000 for the nine-month course are steep compared with tuition at most Canadian universities, the program's placement rate of 95 percent in ICT-related jobs within six months of program completion keeps interest in the program high. Perhaps the most telling endorsement of the program is the willingness of two major banks to extend unsecured lines of credit of up to $24 000 to enrolees.

SHRC, ITAC, and CIPS have combined efforts on a detailed action plan to address ICT skill shortages. Seventeen specific projects are identified in the plan, demonstrating the willingness of industry partners to take measures to counter anticipated skill shortages. The joint action plan has been shelved, however, as most activities are already under way under the auspices of different organizations.

Nortel Networks was consistently mentioned as being in a class by itself for the size and quality of its engineering student co-op programs. Engineering co-op programs are vital to Canada's technological future.

The Canadian Microelectronics Corporation is an example of an innovative and (over the past 15 years) effective means of building university expertise and a supply of high quality people in a targeted sector. From a small base in Kingston, Ontario, CMC provides the equipment, tools and fabrication services that stimulate and support research and graduate training in micro-electronics topics in 37 university institutions across the country. Its achievements were recognized in 1997 in two Partnership-in-Education Awards from the Conference Board of Canada.

Longer-term or Primary and Secondary Skills Development

In the longer run, the health of our economy and society depends on the investments we make in education and training, and the results that we get from those institutions. The pool of talent from which Canada will draw its engineers, scientists, and technicians and other participants in the new economy is largely shaped by how well our schools perform. Education is a matter of provincial responsibility, and it is at the provincial level that these skills will be developed. However, the federal government is aware of the importance of developing IT skills. The federal Can Connect initiative seeks to assist educators, businesses and parents by maintaining an on-line inventory of programs, best practices and resources, whose purpose is to build the skills necessary to the information economy. The Can Connect program's Web site is at **http://canconnect.ic.gc.ca**

The Ottawa-Carleton Research Institute (OCRI) was mentioned in relation to numerous initiatives, such as those to increase the number of young women in mathematics classes and to leave educational course offerings open for students to switch to technology. "OCRI programs make a difference to bringing schools and business together." Unfortunately it was not possible to gather more information about other deserving teachers, leaders and facilitators who are making a difference in Canadian scientific and technical education.

APPENDIX I: SOURCE DATA

April, Daniel. "Defining the Information and Communication Technology Sector: Adoption of the OECD definition and introducing the North American Industry Classification System." Statistics Canada, March 1999, for Industry Canada.

Canada Career Consortium. "Meeting the Career Information Needs of Canadians."

Davidman, Katie. "Human Resources Development and Planning in the Canadian Software Sector." Canadian Policy Research Networks, December 1998.

Department of Commerce. "America's New Deficit: The Shortage of Information Technology Workers." United States of America, found at: **http://www.ta.doc.gov/OTPolicy/reports.htm**

Estabrooks, Maurice. "Economic Analysis of the Internet Service Provider Industry in Canada." Industry Canada, 1997.

Gingras, Yves and Richard Roy. "Is there a Skill Gap in Canada?"Human Resources Development Canada, *Quarterly Macroeconomic & Labour Market Review,* Fall 1998.

Greenwood, John. "Make Radical Moves." *The Financial Post 500*, June 1999, p. 50.

Helliwell, John. "Checking the Brain Drain: Evidence and Implications." Department of Economics. University of British Columbia, February 26, 1999.

HRDC. *Software and National Competitiveness: Human Resource Issues and Opportunities*, commissioned by Employment and Immigration Canada by Peat Marwick Stevenson and Kellogg, Abt Associates and IDC Canada, published in 1992 and partly updated in 1995, found at: **http://www.hrdc-drhc.gc.ca/hrdc/hrib/hrp-prh/ssd-des/software.html**.

HRDC. *The Human Resources Study of the Canadian Telecommunications Industry... an Enabler of Business Activity and Human Interaction*, prepared by KPMG Management Consulting in Association with Tech Team Management and Abt Associates, funded by Human Resources Development Canada (HDRC), released in the fall of 1996. Summary version at **http://www.hrdc-drhc.gc.ca/hrdc/hrib/hrp-prh/ssd-des/telcom_e.html**

Industry Canada. *Computer Equipment, Part 1 - Overview and Prospects*, published as a series called "Sector Competitiveness Frameworks," by the Information Technology Industry Branch, 1997 or **http://strategis.ic.gc.ca/sc_indps/sectors/engdoc/comp1_scf.html**.

Industry Canada. *Results of the Survey on Human Resource Issues in the Information Technology Industry*, at: **http://strategis.ic.gc.ca/SSG/it04517e.html**

Industry Canada. *The Canadian Telecommunications Equipment Industry*, at **http://strategis.ic.gc.ca/SSG/it00431e.html**

Industry Canada. *Information and Communications Technologies Statistical Review 1990 – 97.* Spectrum, InformationTechnologies and Telecommunications Sector, May 1999.

Information Technology Association of Canada. "Taking Action on Canada's Skills Shortage," October 1998, Software Human Resources Council, prepared by the Working Group for the Taking Action/IT Skills Secretariat.

Matloff, Norman. "Debunking the Myth of a Desperate Software Shortage." Testimony to the U.S. House Judiciary Committee, Subcommittee on Immigration. Department of Computer Science, University of California at Davis, presented April 21, 1998, updated August 4, 1998.

Pierlot, Paul. *1997 Survey of Internet Service Providers* (Preliminary Results) Industry Canada, November 1998.

Stager, David. "Labour Market Trends for Computer Professionals in Canada." Preliminary Report. University of Toronto, prepared for HRDC, April 1999.

Nortel Networks. "The Supply of High Technology Professionals: An Issue for Ontario's and Canada's Future," January 1998

Weinstein, Eric. "How and Why Government, Universities and Industry Seek to Create Domestic Labor Shortages of Scientists and Engineers: An Introduction to the Real (Internal) NSF 'Shortage' Study and the Circumvention of Market Forces." **http://www.mit.edu/afs/athena.mit.edu/user/e/r/erw/Public/SG/NSF.htm**

Wilson, Tim. *The Rapid Evolution of Human Capital.* IDC Research, Vol. 1.3, December 1998 **http://www.idcresearch.com**

Web Sites

Information Technologies Association of Canada	**http://www.itac.ca**
Canadian Advanced Technology Association	**http://www.cata.ca**
Canadian Information Processing Society	**http://www.cips.ca**
Canadian Association of Internet Providers	**http://www.caip.ca**
Software Human Resource Council of Canada	**http://www.shrc.ca**
Strategic Microelectronics Consortium	**http://www.smc.ca**
Techno Compétences	**http://www.technocompetences.qc.ca**
British Columbia Technology Industries Association	**http://www.bctia.org**

Interviews

Ron Kawchuk, President, Canadian Association of Internet Providers

Tony Stansby, President, Strategic Microelectronics Consortium

Tony Marsh, President, Canadian Microelectronics Corporation

Dave Perry, Perry-Martel Associates

Paul Swinwood, Executive Director, Software Human Resources Council

Peter Becke, Vice-President, Human Resources, Nortel Networks

George Hunter, Executive Director, British Columbia Technologies Industries Association

Shirley-Ann George, Government Programs Executive, IBM

John ApSimon, Vice-President (Research and External), Carleton University

Christine Gagnon, coordonnatrice de l'Institut des télécommunications de Montréal

Conseil consultatif des sciences et de la technologie
Advisory Council on Science and Technology

DOCUMENT D'APPOINT
6

Profil du

secteur des technologies de l'information et des communications

Préparé pour le Groupe d'experts sur les compétences
par Timothy Denton et Bert Pereboom

1999

Canada

PROFIL DU
SECTEUR DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION
ET DES COMMUNICATIONS

Conseil consultatif des sciences et de la technologie
Groupe d'experts sur les compétences

La version électronique de la présente publication est aussi disponible sur Internet à l'adresse :
http://acst-ccst.gc.ca/competences

Les personnes handicapées peuvent obtenir cette publication sur demande sous une forme adaptée à leurs besoins particuliers. Communiquez avec le Centre de diffusion de l'information aux numéros ci-dessous.

La présente publication fait partie d'une série de documents de recherche qui ont servi de documentation de base à la préparation du *Rapport du Groupe d'experts sur les compétences*. Pour obtenir des exemplaires du présent document, également offert sur cédérom, s'adresser au :

Centre de diffusion de l'information
Direction générale des communications
Industrie Canada
Bureau 205D, tour Ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : (613) 947-7466
Télécopieur : (613) 954-6436
Courriel : **publications@ic.gc.ca**

Nota – Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Industrie Canada) 2000
Numéro de catalogue C2-467/2000-31F-IN

Also available in English under the title: *Profile of the Information and Communications Technology Sector.*

Résumé

Selon les représentants de l'industrie, les diplômés d'études supérieures en génie électronique, en sciences informatiques et dans les disciplines connexes jouent un grand rôle pour stimuler la création d'emplois et l'innovation technologique dans le secteur des technologies de l'information et des communications (TIC) au Canada. Trouver les moyens d'assurer le perfectionnement de ces personnes, de les appuyer et de les garder au pays ne constitue pas une mince tâche pour l'industrie et les responsables de la politique publique. Les taux de rémunération et d'imposition, les possibilités économiques, la rareté d'employeurs éventuels au Canada, les fonds disponibles pour la recherche dans les universités canadiennes ainsi que la demande internationale et la mobilité des gens de talent constituent de formidables défis que l'industrie canadienne doit relever pour retenir les services de personnes possédant des compétences clés.

Dans les établissements universitaires de premier cycle, les collèges et les centres de formation, l'efficacité des activités visant le perfectionnement des compétences contribue à assurer la disponibilité de main-d'œuvre requise pour favoriser l'expansion des marchés du travail. Un grand nombre d'administrations publiques, d'industries et d'établissements d'enseignement répondent aux besoins croissants, tant à titre individuel que collectif. Cependant, nombreux sont ceux qui craignent que l'industrie canadienne ne joue qu'un rôle de second plan dans un secteur qui sera l'élément moteur de l'économie mondiale du XXI^{e} siècle.

La question des compétences est au centre d'un effort stratégique visant à maintenir le Canada à l'avant-garde de l'économie de l'information. La hausse accrue de la demande de certaines compétences a révélé les lacunes des systèmes de surveillance actuels et contribué à la divergence d'opinions sur la gravité de la pénurie de compétences dans le secteur des TIC. En effet, certains observateurs mettent même en doute l'existence d'une pénurie grave. Cette confusion pourrait être attribuable au manque de précisions sur les types de compétences requises. Statistique Canada et les associations industrielles ont commencé à élaborer des systèmes de classification des compétences dans le secteur. Par contre, les percées technologiques et l'évolution rapide dans les marchés du travail continuent à faire obstacle à l'évaluation et à la satisfaction des besoins de compétences dans le secteur des TIC.

Table des matières

RÉSUMÉ II

PRÉFACE 1

CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR 2

DÉFI DE L'AVENIR 2
SITUATION ACTUELLE 3

PRATIQUES DE GESTION 10

COMPÉTENCES ESSENTIELLES – BESOINS ET PÉNURIES 14

BESOINS 14
PÉNURIES 14

RECRUTEMENT, FORMATION ET PERFECTIONNEMENT 16

PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE ET OBSTACLES AU SUCCÈS 18

PRATIQUES EXEMPLAIRES ET ÉTUDES DE CAS 20

ANNEXE I : BIBLIOGRAPHIE 22

Préface

Le secteur des technologies de l'information et des communications (TIC) est généralement considéré comme l'élément moteur de l'économie mondiale du XXI^{e} siècle. La mise au point et l'application de technologies nouvelles, de même que la mise en valeur productive de ces innovations dans l'ensemble de l'économie, sont considérées comme les principales sources de croissance économique. Tous les pays industrialisés cherchent à s'assurer que leur économie participe à l'innovation et à la croissance attribuables à l'activité industrielle.

Le secteur des TIC défie à toute fin pratique toute définition parce qu'il révolutionne l'économie dans son ensemble. Des transformations profondes quant au potentiel, au coût et à la disponibilité des technologies de l'information ont des répercussions sur les marchés de la quasi-totalité des industries. Au cours des 20 dernières années, il y a eu une hausse sensible des emplois associés à la gestion des réseaux et des systèmes informatiques dans presque tous les secteurs de l'économie et l'ordinateur est devenu un outil de travail courant pour un nombre sans cesse croissant de gens qui font partie de la population active.

Outre leur incidence marquée sur les pratiques de travail dans les industries de longue date, les TIC ont favorisé la création de nouvelles formes de prestation de service, voire de nouvelles industries, dont le commerce électronique, la télésanté, l'animation et les effets spéciaux, d'autres formes de divertissement électronique et de nouvelles technologies d'apprentissage.

Dans l'ensemble, les TIC sont manifestement des technologies habilitantes, en ce sens qu'elles peuvent contribuer grandement et de diverses manières à accroître la productivité dans un grand nombre d'industries. Par conséquent beaucoup d'employeurs dans quantité d'industries se disputent les personnes spécialisées dans la mise en œuvre et la maintenance des systèmes d'information et de communications.

Bien que le présent profil reconnaisse l'énorme potentiel des applications des TIC, il est centré sur les industries qui mettent au point et installent l'infrastructure matérielle et logicielle nécessaire à ces applications dans l'ensemble de l'économie. Le secteur des TIC est non seulement une activité économique cruciale proprement dite, mais encore une source fondamentale d'éléments d'infrastructure, de services et d'innovation pour bien d'autres secteurs de l'économie.

CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR

Défi de l'avenir

Pressions exercées par l'économie et le marché

Le secteur des TIC regroupe divers secteurs d'activité qui se distinguent par leur nature et leur degré d'évolution. Certaines industries de ce secteur, notamment celles du matériel informatique et du logiciel, sont à l'avant-garde du changement grâce aux applications informatiques et à la réorganisation des communications associées à Internet. D'autres industries, notamment celle de la téléphonie, subissent de profondes transformations et leur importance relative diminue quant aux exigences en matière de main-d'œuvre et de compétences.

Le secteur des TIC est source de grande prospérité grâce aux nouvelles possibilités techniques exploitées par un petit nombre de techniciens et d'entrepreneurs de talent. Les plans d'entreprise et les talents prometteurs attirent les capitaux de risque, et le talent se paie avec des salaires et des avantages élevés ainsi que des options de souscription d'actions et autres titres de participation dans l'entreprise.

Percées technologiques

La commutation par paquets, sur laquelle repose la base technique d'Internet, révolutionne le domaine du matériel et des services des télécommunications. Le secteur des TIC profite de la puissance de plus en plus grande des ordinateurs et de la capacité accrue des moyens de transmission sans fil et par fibres optiques, entre autres.

En l'an 2000, les données transmises par paquets représenteront la moitié du trafic de données et, vers 2008, plus de 98 p. 100. De plus en plus, le trafic de voix-données sur le réseau téléphonique public ne représentera qu'une faible proportion de l'ensemble du trafic sur les réseaux de communications. Une proportion de plus en plus grande du trafic sur les réseaux proviendra de la transmission des données entre les appareils électroniques, ces derniers limitant peu le taux ou la durée des communications.

Réforme fondamentale des télécommunications

Les industries du matériel et des services de télécommunications passent par une période de transition qui ressemble à celle qu'a connue l'industrie de l'informatique dans les années 1980, et encore une fois l'accent porte sur la compatibilité et les normes. L'industrie des services de télécommunications est exposée aux mêmes pressions relativement aux systèmes ouverts et à la structuration en couches de logiciels horizontaux, ce qui permettra aux nouveaux venus de percer sur des marchés dont ils étaient antérieurement exclus.

Tout comme dans le domaine des communications par câble, de profonds changements caractérisent les communications sans fil, grâce aux récentes percées relatives à la transmission de données sous forme de paquets, aux protocoles Internet, à la largeur de bande et au rapport prix-rendement.

Les fournisseurs de services Internet offrant un accès public à Internet représentent un secteur d'activité important sur les plans économique et technique. Continueront-ils de tenir ce rôle dans l'économie ou seront-ils absorbés par les entreprises télécommunications? La réponse à cette question dépend en grande partie de l'accessibilité au réseau, qui est contrôlée actuellement en grande partie par les fournisseurs traditionnels du service téléphonique.

Changement de la réglementation

Les exportations canadiennes de produits de haute technologie sont assujetties à des restrictions relativement peu nombreuses, mais certaines entreprises canadiennes doivent se conformer, dans certains domaines comme la cryptographie, à la réglementation américaine relative aux exportations.

Le secteur des services de télécommunications a été réglementé en tant que monopole naturel, mais les progrès technologiques ont sapé le fondement économique du régime monopolistique. La déréglementation et les politiques qui favorisent la concurrence ont ouvert ce marché à de nouveaux intervenants. En conséquence, les services de télécommunications ont passé par une intense période de rajustements au fur et à mesure que les entreprises entrent sur le marché et que les monopoles traditionnels réagissent au nouveau marché compétitif.

Les gouvernements continuent d'octroyer des licences pour l'exploitation de nouveaux spectres afin de faciliter la transmission de nouvelles formes de signaux et de favoriser la concurrence sur les marchés des services interurbains, d'accès local et de communication par câble. Les organismes de réglementation visent à prendre des mesures pour encourager une saine concurrence. Ce travail continuera au fur et à mesure que la philosophie conceptuelle d'Internet – protocoles ouverts entre homologues – continue de remettre en question le modèle de propriété exclusive du réseau téléphonique.

Situation actuelle

Définition de l'industrie

Définir le secteur des TIC s'est révélé une tâche complexe, mettant à contribution, au cours des cinq dernières années, un grand nombre d'organismes fédéraux et internationaux. Pour les statistiques sectorielles, nous nous reportons aux données d'Industrie Canada fondées sur la définition du secteur des TIC fournie par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Certains secteurs d'activité qui tombent dans la grande définition de l'OCDE, tels les fabricants de radios et de téléviseurs, représentent des petites industries au Canada et sont par conséquent mentionnés incidemment dans ce profil. Nous adoptons la formule d'Industrie Canada qui subdivise le secteur des TIC en deux groupes : la fabrication et les services.

Le groupe de la fabrication du secteur des TIC englobe les industries qui fabriquent les composantes matérielles, à savoir l'industrie des appareils électroniques grand public, du matériel de communication et d'autre matériel électronique, du matériel informatique, des câbles de communication et de transmission d'énergie et de fabrication d'instruments.

Le groupe des services du secteur des TIC comprend les industries des télécommunications, de vente en gros, du logiciel et des services informatiques.

Ce choix de catégories d'industries reflète une opinion qui est justifiée par les entrevues avec les représentants du secteur, selon laquelle il y pénurie de gens de talent là où l'évolution technologique et les possibilités de développement économique sont les plus fortes. Il est fondé sur la perception qu'il existe des débouchés pour les personnes compétentes en TIC dans chaque secteur de l'économie, mais que ceux-ci sont peut-être plus fortement concentrés dans certaines industries.

Par exemple, une entreprise qui fabrique des appareils pour protéger les réseaux d'ordinateurs contre les chevaux de Troie et d'autres nouvelles formes de violation de la sécurité informatique peut être inconnue à l'heure actuelle, mais valoir un demi-milliard de dollars dans une dizaine d'années. On pourrait considérer les activités de ces entreprises comme des services axés sur les logiciels et les classer comme relevant des industries de services. Une autre entreprise qui fabriquerait des routeurs de chiffrement ou de déchiffrement pour le trafic Internet pourrait être classée dans le groupe de la fabrication, en dépit des relations qu'elle maintient avec la clientèle. L'affectation de ces activités à l'un ou à l'autre groupe est relativement peu importante aux fins d'une analyse des compétences; toutefois, le fait que les entreprises de ce type constituent l'élément moteur de la révolution technologique est de grande importance.

Contribution économique des TIC

En 1997, la contribution totale des industries canadiennes du secteur des TIC au produit intérieur brut (PIB) s'est élevée à 42,3 milliards de dollars de 1992, soit 6,1 p. 100 de l'extrant de l'économie canadienne. La contribution du groupe de la fabrication était de 8,7 milliards de dollars, ayant enregistré un taux de croissance annuel de 5,9 p. 100 entre 1990 et 1997. La contribution du groupe des services au PIB en 1997 était de 33,6 milliards de dollars, son taux de croissance réel étant de 6,3 p. 100 par an entre 1990 et 1997.

Tableau 1 : L'activité économique dans les industries des TIC, 1997

Industrie	Recettes (en millions de dollars)	PIB ($ 1992) (en millions de dollars)	Emploi	R-D (en millions de dollars)
Total – Fabrication – TIC	**27 912**	**8 711**	**97 386**	**2 530**
Appareils électroniques grand public	212	42	882	15
Matériel de communication	16 610	5 341	57 480	2 057
Matériel informatique	5 822	1 439	15 617	356
Câbles de communication	1 908	563	5 672	3
Instrumentation	3 400	1 326	17 735	99
Total – Services – TIC	**72 276**	**33 571**	**376 542**	**1 064**
Communications	25 571	16 250	112 421	159
Vente en gros	32 867	9 398	90 421	317
Logiciels et services	13 550	7 923	173 700	587
Location de machines	288	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL – INDUSTRIES – TIC	**100 151**	**42 282**	**473 928**	**3 600**

Source : Industrie Canada, Analyse statistique des technologies de l'information et des communications (ASTIC), mai 1999.

Le nombre d'emplois dans le secteur des TIC a augmenté, passant de 391 000 en 1990 à 474 000 en 1997, soit une hausse annuelle moyenne de 2,8 p. 100 au cours de cette période. Ce gain au chapitre de l'emploi a été enregistré dans le groupe des services, surtout dans l'industrie du logiciel et des services informatiques.

Le groupe de la fabrication du secteur des TIC accuse un important déficit commercial, qui ne cesse de croître après avoir atteint 21 milliards de dollars 1998 (exportations de 25 milliards et importations de 46 milliards). Parmi les secteurs d'activité, seul celui du matériel de télécommunications témoigne constamment d'un surplus commercial, qui s'est élevé à 2,1 milliards en 1998.

Plus forte croissance de l'industrie du logiciel et des services informatiques

Le tableau 2 montre la croissance de l'activité économique dans le domaine de l'industrie du logiciel et des services informatiques, notamment l'augmentation substantielle des emplois et des recettes au cours de 1990-1997.

Tableau 2 : Activité économique dans l'industrie du logiciel et des services informatiques

	1990	1996	1997
Employés rémunérés	52 060	96 600	116 600
Travailleurs autonomes	19 600	40 700	57 100
Total de l'emploi	71 660	137 300	173 700
Nombre d'établissements	10 924	16 216	n.d.
Contribution au PIB en dollars constants de 1992	3,2 milliards de dollars	7 milliards de dollars	7,9 milliards de dollars

Source : Industrie Canada, Analyse statistique des technologies de l'information et des communications (ASTIC), mai 1999.

L'industrie du logiciel et des services informatiques atteste les transformations qui modifient le monde des affaires. On doit remarquer que le nombre d'emplois a augmenté de 102 000 en une période de sept ans, à partir d'un chiffre de base de 72 000. Par contre, les taux d'emploi dans le secteur de la fabrication du matériel de télécommunications et des ordinateurs évoluent selon une courbe plus ou moins constante.

Le secteur des TIC regroupe principalement des petites entreprises, ce qui explique un point fréquemment soulevé lors des entrevues qui ont servi à préparer ce profil, soit que ces entreprises sont à la recherche de personnes expérimentées et que les personnes sans expérience ont de la difficulté à trouver du travail. Dans une entreprise de huit employés, le taux d'emploi augmente de 12 p. 100 lorsqu'un employé ou plus sont embauchés, et ces employés doivent produire rapidement des revenus pour couvrir leur salaire. De plus, l'industrie récompense ceux qui sont les premiers à mettre en marché un produit utilisable, de sorte que les entreprises essayent de recruter des personnes qui peuvent contribuer immédiatement aux projets en cours.

Croissance à l'intérieur et à l'extérieur du secteur des TIC

La contribution réelle de l'industrie du logiciel et des services informatiques à l'économie a plus que doublé au cours de 1990-1997, passant de 3,2 milliards de dollars à 7,9 milliards. Par comparaison, la contribution de l'industrie du matériel des télécommunications au PIB réel au cours de la même période a augmenté de 62 p. 100, passant à 2,7 milliards, et la production réelle de l'industrie des services des télécommunications a enregistré une hausse de 31 p. 100. En tout, la production réelle du secteur des TIC a augmenté de 52 p. 100 entre 1990 et 1997, comparativement à 15 p. 100 pour l'ensemble de l'économie.

Le secteur des TIC est également en grande partie à l'origine de la révolution microélectronique dans d'autres secteurs de l'économie. La croissance dans le secteur des TIC donne à penser que les industries canadiennes achètent les produits et services du secteur TIC pour pouvoir offrir leurs propres produits et services, entraînant ainsi des retombées dans l'ensemble de l'économie. L'évaluation de l'incidence du secteur des TIC sur la productivité sort des limites de la présente étude; toutefois, il semble certain que le secteur des TIC, en général, et l'industrie du logiciel et des services informatiques, en particulier, exercent une influence considérable sur les produits et services des autres secteurs de l'économie.

Rôle catalyseur d'Internet

Internet est l'élément moteur de la réorganisation des affaires dans le secteur des communications. Il influe directement sur ce secteur en fournissant un modèle de communication axé sur l'ordinateur dans lequel l'intelligence réside dans le terminal, c'est-à-dire dans l'ordinateur personnel, et non pas dans un système, comme le réseau intelligent d'une compagnie de téléphone. En outre, Internet offre un barème tarifaire qui diffère de celui utilisé par les compagnies de téléphone pour les services de téléphonie et de télécopie, dans la mesure où les utilisateurs d'Internet ont accès, sans frais supplémentaires, aux différents sites et utilisateurs partout dans le monde.

Il serait peut-être prématuré de tenter de mesurer avec précision l'incidence des fournisseurs de services Internet sur le secteur des services des télécommunications. Ces fournisseurs ne sont pas encore considérés comme une catégorie distincte à des fins statistiques; toutefois, les estimations de 1998 laissent entendre que le Canada compte environ 400 fournisseurs de services Internet, dont les revenus s'élèveraient à 0,75 milliard de dollars[1]. En comptant un employé pour chaque tranche de 100 000 $ de ventes, on pourrait conclure que les fournisseurs de services Internet au Canada emploient environ 7 500 personnes. Six entreprises s'accaparent près de deux tiers des abonnés, les autres étant desservis par un grande nombre d'entreprises régionales et locales[2].

À travers Internet, le lien entre le réseau de télécommunications et l'utilisateur sera éventuellement le même que celui avec l'unité de disque dur d'un ordinateur, en ce sens que si vous voulez un nouveau service, vous le chargez dans votre ordinateur. Selon la vision Internet, le réseau livre l'information et exerce moins de contrôle sur les services ou les données fournis. Le modèle Internet annonce d'autres modifications aux télécommunications telles qu'elles sont actuellement définies et payées, ce qui laisse présager d'autres innovations et perturbations dans le secteur des services et du matériel de télécommunications.

Rythme rapide de l'innovation dans le groupe de la fabrication

Le groupe de la fabrication du secteur des TIC puise sa force dans les progrès technologiques relatifs à la puissance de traitement de l'information et à la mise en réseau des ordinateurs personnels. La capacité de livrer un produit fini est essentielle pour s'assurer une clientèle nombreuse; toutefois, le maintien d'une avance technologique fondée sur l'amélioration constante de la rapidité et de la puissance de traitement de l'information et du réseautage joue un rôle primordial dans cette industrie.

[1] Ron Kawchuk, président, Association canadienne des fournisseurs Internet, lors d'une conversation, le mercredi 26 novembre 1998.

[2] Maurice Estabrooks, « Economic Analysis of the Internet Service Provider Industry in Canada », Industrie Canada, 1997.

Selon John Roth, président-directeur général (PDG) de Nortel Networks, entreprise dont les dépenses en recherche-développement (R-D) sont de très loin les plus importantes dans le secteur privé, les entreprises qui veulent prospérer dans la conjoncture actuelle doivent s'adapter à « la culture de la vitesse »[3]. Le délai de développement des produits à Nortel est passé d'un cycle de cinq ans, à l'époque du monopole des services téléphoniques, à un cycle de neuf mois, à l'époque du déploiement rapide de l'infrastructure Internet. Un rythme de changement plus rapide nécessite des organisations plus souples, moins bureaucratiques et des employés possédant une plus vaste gamme de compétences techniques et de compétences en gestion de projets et en affaires.

Conception de puces

Étant donné que le pays qui veut concevoir des puces n'a plus besoin de posséder des installations de fabrication de puces, le Canada est en mesure d'appuyer un secteur spécialisé dans la conception microélectronique.

En dépit de la possibilité de séparer géographiquement la conception et la fabrication des semi-conducteurs, nombre d'observateurs croient que l'absence d'une importante usine de fabrication de puces au Canada signifie que le Canada est à la traîne dans la technologie de l'information.

Associations industrielles

Un grand nombre d'associations industrielles et professionnelles sont actives dans ce secteur, notamment les suivantes :

- Alliance canadienne de technologie de pointe (ACTP)
- Association canadienne des fournisseurs Internet (ACFI)
- Association canadienne de l'informatique (ACI)
- Association canadienne de la technologie de l'information (ACTI)
- British Columbia Technology Industries Association (BCTIA)
- Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc. (CRHL)
- Conseil sectoriel de l'électricité et de l'électronique
- Consortium stratégique en microélectronique
- Fédération de l'informatique du Québec Inc.
- Société canadienne de micro-électronique

Questions syndicales

L'industrie des services téléphoniques est fortement syndiquée, alors que le secteur de la fabrication de matériel de télécommunications et informatique est en grande partie non syndiqué. Pour leur part, l'industrie du logiciel et des services informatiques, les câbleries et les fournisseurs de services Internet ne sont pas syndiqués. Ainsi, les syndicats n'ont pas une forte présence dans les principales industries non réglementées du secteur.

[3] Cité dans John Greenwood, « Make Radical Moves », *The Financial Post 500*, juin 1999, p. 50.

Treize syndicats représentent une proportion importante des travailleurs de l'industrie des services téléphoniques (environ 62 p. 100 des compagnies de téléphone et 20 p. 100 du secteur de la fabrication en 1991) dans l'ensemble de ces secteurs d'activité. Les deux principaux syndicats sont le Syndicat canadien des communications, de l'énergie et du papier et le Telecommunications Workers Union.

En raison notamment des mesures de restructuration et de réduction des effectifs, la sécurité d'emploi constitue un problème de premier plan pour les travailleurs de l'industrie des services de télécommunications. Les nouvelles technologies, les systèmes perfectionnés, les changements au niveau de l'organisation du travail et la demande d'une flexibilité accrue créent des situations où les emplois sont confiés à des travailleurs qui ne font pas partie de l'unité de négociation.

La coopération intersyndicale en vue de résoudre les problèmes, comme le besoin de recyclage, ou de fournir aux travailleurs déplacés l'accès aux emplois est difficile à réaliser. Les exigences en matière de flexibilité et de compétitivité mettent à rude épreuve les principes traditionnels du mouvement syndical ainsi que les dispositions contractuelles.

Observations générales

Les entreprises de services, comme les compagnies de téléphone, les câblodistributeurs et les fournisseurs de services Internet, sont réparties en fonction de la population, alors que les fabricants de matériel de télécommunications et informatique sont établis principalement en Ontario et dans les environs de Montréal.

Nortel Networks, Newbridge et quelques rares autres fabricants sont à l'origine de la plus grande partie de la demande de diplômés en études techniques hautement qualifiés et s'imposent comme les plus prometteuses en matière de débouchés.

PRATIQUES DE GESTION

Absence d'une tendance commune

Les tendances de l'emploi varient considérablement selon qu'il s'agit, entre autres, du secteur des services téléphoniques syndiqués et réglementés ou de petites entreprises indépendantes de développement de logiciels. En raison des différences que l'on trouve dans la structure et la nature des entreprises, les affirmations concernant une partie du secteur de l'information et des télécommunications ne s'appliquent pas nécessairement à toutes les autres parties. Par conséquent, il serait faux de présenter les données disponibles comme s'il s'agissait d'un seul genre d'entreprise.

Gains sur le plan de l'emploi

Certains secteurs d'activité de l'industrie du matériel de télécommunications ont été marqués par une faible réduction de l'emploi entre 1990 et 1997, mais dans l'ensemble, l'industrie a connu une augmentation modeste des emplois (1 300 travailleurs).

Le nombre de travailleurs a augmenté de 102 000 dans l'industrie du logiciel et des services informatiques, la plaçant parmi les plus importants stimulants de la croissance de l'emploi au cours des années 1990.

Dans certains secteurs de l'industrie des télécommunications, notamment dans les domaines de la fabrication, de la R-D et des services, le marché de l'emploi prend une expansion rapide.

De nouveaux débouchés font surface, notamment dans les domaines des centraux urbains concurrentiels, des communications multimédias et des réseaux cellulaires. De nouvelles divisions, de nouvelles entreprises indépendantes et des partenariats voient le jour et offrent de nouvelles perspectives d'emploi, mais créent souvent de nouveaux besoins en matière de connaissances et de compétences. Quelque 7 500 emplois sont offerts par les fournisseurs de services Internet, qui ont fait leur apparition en 1995.

Pertes sur le plan de l'emploi

De 1990-1997, le nombre de travailleurs dans le secteur des services de télécommunications a diminué de 24 000, mais les recettes et les produits à valeur ajoutée ont continué à augmenter. Le maintien du taux de croissance de la productivité signifie qu'un grand nombre d'employés des entreprises de services téléphoniques feront face à des problèmes de retraite anticipée, de réaffectation ou d'excédent de personnel.

Durant cette période, les groupes professionnels de l'industrie des télécommunications les plus touchés par les pertes d'emplois comprennent entre autres le personnel de bureau, les employés chargés de l'installation et de la réparation du matériel, le personnel de gestion, les téléphonistes et les employés de la fabrication et de l'assemblage. Les professions qui témoignent de la plus forte croissance sont celles d'agent de vente, d'ingénieur électronicien et d'informaticien.

De 1990 à 1997, le nombre d'emplois dans les secteurs des machines de bureau et de magasin, du matériel et des fournitures et de la vente en gros a diminué, passant de 29 000 à 18 000, alors que, dans les secteurs de la vente en gros des ordinateurs, des logiciels prêts à l'emploi et d'autres appareils électroniques, le nombre d'emplois a augmenté, passant de 51 000 à 72 000. Certains de ces changements peuvent être largement attribués à la restructuration des entreprises plutôt qu'à la modification des tendances de l'emploi.

Dans le secteur des services de télécommunications, les paliers de gestion associés à la commercialisation, à la vente, à l'informatique, aux finances et aux communications ont été réduits ou éliminés. La réduction du personnel de gestion entre 1989 et 1993 s'explique en partie par la restructuration des succursales canadiennes de grandes entreprises américaines, où un grand nombre de fonctions administratives ont été transférées aux États-Unis.

Dynamisme des petites entreprises

Dans tous les secteurs, les petites entreprises prouvent qu'elles sont mieux en mesure de créer et de soutenir une culture pouvant s'adapter et répondre au changement. La communication se fait plus facilement dans les petites entreprises parce que les niveaux de gestion, de bureaucratie et de réglementation y sont moindres, ainsi qu'en témoigne la croissance du secteur du logiciel et des services informatiques, où l'emploi, les recettes et la production réelle ont plus que doublé entre 1990 et 1997.

Les entreprises du secteur de la fabrication s'adaptent aussi rapidement que possible pour relever les défis et exploiter les occasions découlant des réseaux axés sur le protocole Internet.

Variation de la répartition par âge

L'âge moyen des employés dans certaines grandes entreprises de télécommunications est de 40 ans et plus. Un grand nombre de ces employés comptent à leur actif une longue carrière et bénéficient d'un régime de retraite par capitalisation intégrale. Une importante société de services téléphoniques estime que 70 p. 100 des employés à son service pourraient prendre leur retraite au cours de la prochaine décennie.

L'âge moyen des employés des fournisseurs de services Internet (encore que ces données ne proviennent pas d'enquêtes réalisées scientifiquement) est de moins de 30 ans, et un grand nombre de ces employés n'ont même pas terminé leurs études secondaires. Nombre de ces fournisseurs sont de très petites entreprises et, selon un récent sondage effectué par Industrie Canada, ceux-ci ne voient pas la pénurie de main-d'œuvre comme un sérieux problème.

Y a-t-il une pénurie de travailleurs qualifiés?

Un grand nombre des intervenants qui participent à la formation des ingénieurs dans le domaine de la microélectronique et du logiciel au Canada sont convaincus que l'avenir économique du pays dépend de la disponibilité d'une main-d'œuvre suffisamment qualifiée. Ceux qui ont participé aux entrevues croient que les travailleurs qui ont suivi une formation adéquate font réellement défaut et qu'une pénurie d'ingénieurs à l'esprit inventif et de professeurs pour assurer leur formation pose de graves problèmes pour la compétitivité du pays.

En outre, un grand nombre des répondants préoccupés par la question d'attirer et de retenir les gens de talent dans le pays estiment que les taux d'impôt sur le revenu des particuliers au Canada sont trop élevés par rapport à ceux qui sont en vigueur chez notre principal concurrent, les États-Unis.

Les opinions selon lesquelles il y a bel et bien une pénurie de travailleurs du logiciel en Amérique du Nord sont fortement contestées par les chiffres présentés devant le Congrès américain et fondés sur le pourcentage des candidats aux emplois dans le domaine du logiciel qui ont été embauchés (2 p. 100), la hausse de salaire moyen (7 p. 100 en 1997) et diverses autres données économiques. Les études réalisées dans les milieux universitaires canadiens remettent en question l'existence d'une pénurie de travailleurs qualifiés et attribuent plutôt les difficultés de recrutement aux fluctuations normales des cycles économiques. Cependant, les personnes qui s'occupent du recrutement et de la formation des ingénieurs en logiciel, qui ont été consultées lors de la préparation de ce profil, mettent en doute cette conclusion faisant fond sur leur propre expérience et connaissance des marchés du travail.

Néanmoins, au chapitre de la disponibilité des détenteurs d'un baccalauréat en génie électrique, en sciences informatiques et en mathématiques, il y a eu des hauts et des bas. Le nombre des diplômés en sciences informatiques a augmenté en flèche au cours de la décennie de 1976 à 1986. Cette augmentation a été suivie d'une baisse sensible entre 1986 et 1990, puis d'une remontée graduelle[4].

Les données de Statistique Canada indiquent que les professionnels hautement qualifiés qui entrent au Canada sont plus nombreux que ceux qui en sortent. Le nombre de ceux qui partent aux États-Unis est plus que compensé par le recrutement à l'étranger. Néanmoins, les personnes qui s'occupent de la formation et du recrutement dans les secteurs de la microélectronique et de l'informatique et que nous avons interrogées dans le cadre de ce profil ne partagent pas l'opinion selon laquelle l'immigration vers le Canada, alliée à la formation dans les universités, pourrait compenser la perte de gens de talent au profit des États-Unis.

Selon un répondant, « pour les entreprises de l'industrie des technologies de l'information, tant celles qui sont établies que les nouvelles entreprises novatrices, la pénurie de professionnels hautement qualifiés commence à faire obstacle à la compétitivité et rend plus difficile les décisions en matière d'expansion ».

Qualifications

Dans le groupe de la fabrication, les gens de talent sont pour la plupart diplômés en génie électronique, en réseautique et en sciences informatiques. Les innovateurs capables de créer un grand nombre d'emplois dans ce secteur sont typiquement des diplômés universitaires, appuyés par des gens qui possèdent suffisamment de compétences personnelles et financières pour permettre aux entreprises de passer au-delà des étapes du démarrage. Dans ce secteur caractérisé par la rapidité du rythme d'innovation et les revers de fortune, l'atout le plus important est le capital humain, soit une élite technique relativement mobile.

[4] « Labour Market Trends for Computer Professionals in Canada », Preliminary Report, David Stager, University of Toronto, avril 1999, article fondé sur des données de Statistique Canada relatives aux diplômés par discipline.

Les entrevues menées lors de la préparation de ce profil indiquent que la création de logiciels – ces programmes faisant partie de produits et services utilisés dans l'ensemble de l'économie – relève de personnes qui ont reçu une formation universitaire dans les domaines connexes des sciences informatiques, des mathématiques et du génie électrique. Cela revient à dire que les créateurs d'emplois possèdent le plus souvent ces qualifications, encore que certains d'entre eux peuvent être des programmeurs autodidactes.

Les personnes interviewées insistent sur la mobilité de ces spécialistes. Les ingénieurs en logiciel de 30 ans peuvent gagner un salaire variant entre 75 000 et 120 000 $ CAN. Ils sont fréquemment au plus haut point de leur mobilité – jeunes, nouvellement mariés, ambitieux – lorsque les recruteurs américains viennent les rencontrer et leur offrent les mêmes salaires ou des salaires plus élevés en dollars américains et des taux d'imposition moindres.

Le second point sur lequel insistent certains répondants concerne les répercussions économiques de l'inégalité des talents. La conception de logiciels requiert beaucoup de talent. On nous a dit que le meilleur vaut 10 fois plus que le très bon. Des équipes de conception de logiciels peuvent être formées autour d'une « vedette », parce que la personne de talent préfère jouer pour la meilleure équipe qui fait le travail le plus intéressant. Les concepteurs d'élite travaillent lorsqu'ils veulent, où ils veulent et de la manière qui leur plaît. Ils constituent aussi l'élément moteur de l'entreprise.

Salaires à la hausse

Selon des données récentes de Personnel Systems, une entreprise de sondages d'Ottawa spécialisée dans la rémunération, les salaires dans le secteur des TIC ont augmenté annuellement en moyenne de 2 à 2,5 p. 100, comparativement à un taux moyen de 1,5 p. 100 dans l'ensemble de l'économie.

Certaines catégories de professions ou d'emplois au sein de l'industrie ont connu des hausses salariales relativement importantes, notamment les catégories d'analystes de bases de données et d'analystes-programmeurs, dont les salaires moyens ont augmenté annuellement de 5 à 7 p. 100 au cours des cinq dernières années.

Renseignements sur le marché du travail pour les nouvelles professions

Le Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc. et Développement des ressources humaines Canada (DRHC) ont récemment élaboré, pour la première fois, une catégorisation et une définition communes des emplois dans l'industrie du logiciel, de sorte qu'il est désormais possible de disposer de renseignements précis sur le marché du travail. Auparavant, l'évolution de l'industrie était tellement rapide qu'il n'existait même pas un vocabulaire commun pour décrire les emplois et les compétences professionnelles.

Les renseignements sur le marché du travail, y compris la définition commune des compétences et de la classification des emplois, sont souvent mentionnés comme la première étape essentielle en vue d'améliorer le rendement du marché de d'emploi de l'industrie du logiciel.

COMPÉTENCES ESSENTIELLES – BESOINS ET PÉNURIES

Besoins

Dans le cadre des entrevues menées pour la préparation de ce profil, les « compétences essentielles » s'entendent d'un baccalauréat, d'une maîtrise ou d'un doctorat en génie ou en sciences informatiques offert par un nombre limité d'universités et étayé de trois à dix ans d'expérience dans un domaine technologique pertinent. Il va sans dire que l'acquisition de telles compétences demande du temps et de l'argent.

Dans les programmes de génie hautement spécialisés, si le taux de croissance de l'emploi se maintient au pays, nous pouvons nous attendre à une pénurie d'ingénieurs au niveau du baccalauréat. Toutefois, au fur et à mesure que les universités anticipent les pénuries, le manque de coordination des activités risque d'accroître excessivement le nombre de diplômés en génie, entraînant ainsi un cycle d'emballement et d'effondrement.

Les personnes que nous avons interviewées estiment que les ingénieurs (et certains autres professionnels) qui ne possèdent pas d'expertise en production de logiciels pourraient aider les industries à s'adapter à la révolution informatique, à condition d'avoir reçu un complément de formation et d'éducation dans les domaines du logiciel, de la réseautique et des télécommunications. Ainsi, un ingénieur civil pourrait être beaucoup plus apte à l'emploi s'il possédait des qualifications dans ce domaine et ensuite utiliser les applications de l'informatique dans le domaine du génie civil. De même, une personne qui possède une formation juridique pourrait utiliser l'informatique dans des bureaux d'avocats à condition d'avoir suivi les cours appropriés.

Pénuries

Il y a eu pénurie de travailleurs hautement qualifiés dans les groupes de la fabrication et des services de l'industrie. Les administrations publiques, l'industrie, les écoles et les collèges ont mis sur pied des programmes de formation visant à satisfaire la demande anticipée.

Le secteur des TIC et les autres industries se disputent les gens de talent, notamment en ce qui concerne les systèmes d'information et la programmation. Les entreprises de services financiers, de vente au détail, de fabrication et d'experts-conseils recherchent activement les spécialistes en technologie de l'information en raison de la demande nettement accrue pour la mise en œuvre de nouvelles technologies.

Les personnes interrogées soulignent immanquablement une pénurie d'ingénieurs qualifiés, dont la valeur aux yeux des entreprises de matériel de TIC est tributaire d'une expérience de trois à dix ans. Il s'agit de chefs d'équipe capables de guider d'autres ingénieurs débutants et l'équipe de développement des produits. Par personne « qualifiée », on entend des personnes ayant l'expérience de la technologie mise au point par l'entreprise. Il y a une très grande différence entre les compétences pratiques et les connaissances théoriques d'une personne qui sort d'une école d'ingénieurs renommée après quatre années d'études et celles d'un diplômé d'un collège après deux années de formation.

Selon les personnes interrogées, il y a surtout pénurie de diplômés de maîtrise en génie et la plupart des détenteurs de doctorat se dirigent vers les États-Unis. Seules quelques entreprises dans le monde, peut-être entre 10 et 20, sont en mesure de recruter un docteur en génie et de tirer parti de ses compétences ou connaissances.

Les salaires sont à la hausse dans les domaines où le talent et les qualifications se font rares. Néanmoins, lorsqu'il s'agit d'attirer et de retenir les professionnels qualifiés, le Canada est nettement désavantagé par rapport aux Etats-Unis, parce que les salaires sont moindres, les options d'achat d'actions sont moins attrayantes, les taux d'imposition sont plus élevés et les possibilités de débouchés sont généralement moins nombreuses au pays.

Les compétences non techniques – communication, coordination et gestion – sont très souvent citées comme étant des facteurs importants de la réussite d'une entreprise et de ses employés et sont considérées comme étant sous-évaluées dans la formation des ingénieurs.

RECRUTEMENT, FORMATION ET PERFECTIONNEMENT

Les personnes interviewées sont unanimes à déclarer que l'essor du commerce électronique sera si grand et l'incidence d'Internet tellement fondamentale que personne ne peut douter de la pertinence et de l'importance des initiatives visant à augmenter le nombre de personnes possédant une formation théorique et pratique suffisante axée sur les technologies de l'information.

Les meilleurs gens de talent sont attirés par les entreprises qui ont établi une stratégie bien définie et prometteuse en matière de développement de produits novateurs. Ils sont à la recherche de collègues forts productifs et les entreprises réputées offrant un bon milieu de travail. Le plus souvent, ils souhaitent également acquérir des titres de participation dans l'entreprise ou dans les produits qu'ils mettent au point.

La demande nord-américaine, voire mondiale, pour les gens de talent – alliée aux taux d'imposition relativement plus élevés et aux écarts salariaux – incite ces gens à quitter le Canada pour saisir les occasions plus prometteuses offertes par les États-Unis.

Le Canada s'efforce de compenser sa pénurie de main-d'œuvre hautement qualifiée en prenant des dispositions spéciales temporaires pour accélérer la procédure d'immigration de spécialistes du logiciel venant de l'étranger. La possibilité pour les conjoints de ces ingénieurs de travailler au Canada est considérée comme un facteur d'attrait décisif. Cependant, de l'avis de nombreux observateurs, le maintien à long terme des immigrants pose également problème, étant donné qu'eux aussi sont attirés par les États-Unis et ont tendance à partir à la quête de nouveaux débouchés.

Réactions de l'industrie aux pénuries perçues

Le Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc. aborde le problème de la pénurie de ressources humaines de nombreuses façons : organiser dans les écoles les campagnes de sensibilisation aux carrières dans l'industrie du logiciel; élaborer, en collaboration avec DRHC, des définitions et des classifications communes pour les compétences ainsi que des programmes d'enseignement et des programmes pilotes d'entrée pour étudiants. Il existe donc un centre de coordination pour la planification des ressources humaines dans ce secteur.

Il y a deux ans, le problème des compétences a attiré l'attention de nombreux PDG. Outre ce problème qui reste important et d'actualité, d'autres questions ont été portées à l'ordre du jour, notamment les répercussions possibles de la crise économique en Asie, soit la surcapacité de production et la faiblesse des marchés. Pour un grand nombre de sociétés qui embauchent des gens de talent et s'efforcent de les retenir au Canada, les taux d'imposition au Canada demeurent un grand sujet de préoccupation.

Enjeux selon les entreprises : résultats d'un sondage officiel

Selon les résultats d'un vaste sondage réalisé dernièrement par Industrie Canada auprès des entreprises canadiennes du secteur des TIC (826 répondants sur un échantillon aléatoire de 1 174 entreprises), lorsqu'il s'agit de recruter du personnel, la difficulté de trouver des personnes ayant reçu une bonne formation est beaucoup plus importante que le coût de la vie au Canada. Les entreprises canadiennes du secteur des TIC ont plus de difficulté à recruter des travailleurs hautement qualifiés pour combler les postes de spécialistes que pour combler les postes de premier échelon.

Selon ce même sondage, les entreprises canadiennes du secteur des TIC déclarent que le manque de candidats possédant une expérience professionnelle suffisante est le plus important facteur qui fait obstacle au recrutement de travailleurs hautement qualifiés. D'autres facteurs, tels que les salaires plus élevés et les conditions plus avantageuses offerts par d'autres pays ou d'autres industries, occupent en importance un rang beaucoup plus bas.

De l'ensemble des travailleurs du secteur des TIC au Canada, 46 p. 100 sont considérés par les entreprises comme étant « hautement qualifiés »; par ailleurs, 65 p. 100 des entreprises du secteur au pays ont affirmé ne pas avoir de postes vacants pour des travailleurs hautement qualifiés (printemps-été 1998).

Bien que 54 p. 100 des entreprises canadiennes du secteur des TIC n'aient aucune difficulté à retenir les services de leurs employés hautement qualifiés, 44 p. 100 affirment qu'elles ont plus ou moins ou beaucoup de difficulté à le faire.

Les entreprises du secteur des TIC qui éprouvent des difficultés à retenir leurs employés hautement qualifiés l'attribuent principalement au fait que « d'autres entreprises de l'industrie offrent de meilleurs salaires ». Les activités de « maraudage » ont également été citées comme un facteur important.

PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE ET OBSTACLES AU SUCCÈS

Facteurs de réussite

Les personnes possédant les qualifications et la formation d'ingénieur sont à la base même de la conception de réseaux et de circuits intégrés, activité sur laquelle reposent tous les progrès techniques futurs dans ce secteur et les domaines connexes. Des améliorations fondamentales sont possibles mais, à de rares exceptions près, elles ne peuvent être réalisées qu'avec le concours d'ingénieurs ayant reçu une bonne formation.

L'expérience de la technologie pertinente est un élément important. La plupart des entreprises ne peuvent pas prendre le risque d'offrir de longs et coûteux programmes de formation en cours d'emploi. Il est important que le professionnel mette continuellement à jour ses connaissances des technologies pertinentes pour pouvoir mettre ses talents à contribution dans une entreprise et que cette dernière sache tirer profit des talents de ses ingénieurs et techniciens.

L'accès au capital-risque est également au nombre des facteurs de réussite. Le bon investissement au bon moment est souvent décisif dans la commercialisation d'un produit, d'où la nécessité de disposer d'un réseau intelligent et solide d'investisseurs pour financer les entreprises à haut risque qui caractérisent ce secteur en constante évolution.

Obstacles au succès

La plupart des répondants ont cité spontanément les taux d'imposition du revenu des particuliers comme l'une des principales raisons pour lesquelles le Canada n'attire pas les gens de talent dont il a un besoin urgent.

De l'avis de beaucoup de répondants, le Canada souffre d'une pénurie de personnes possédant la formation adéquate en génie et en sciences informatiques et, plus particulièrement, d'une pénurie de personnes qualifiées ayant l'expérience de la technologie associée aux produits en développement. Les mesures proposées pour remédier à cette situation sont les suivantes : 1) mieux rémunérer les professeurs de génie et de sciences informatiques qui offrent une formation aux personnes de talent pour les aider à se perfectionner; 2) inciter davantage d'étudiants à s'inscrire dans ces disciplines; 3) s'assurer que les programmes universitaires offrent les cours essentiels en microélectronique et en conception de logiciels; 4) offrir des programmes de recyclage et de perfectionnement aux ingénieurs et aux autres professionnels qui ne possèdent pas la formation requise.

Pour nombre d'entreprises, la pénurie éventuelle d'employés n'est pas suffisamment grave pour obliger les employeurs à prendre le risque d'embaucher des personnes de talent qui n'ont pas encore fait leurs preuves et de veiller à leur perfectionnement. Dans bien des cas, les entreprises canadiennes spécialisées dans la conception de logiciels sont si petites qu'elles ne peuvent pas se permettre de prendre ce risque.

Le manque d'argent à long terme influera sur la capacité de retenir les professeurs d'université qualifiés dans les domaines pertinents en génie. Les professeurs de génie sont souvent attirés par le secteur privé, en particulier aux États-Unis, où ils trouvent des conditions salariales que les universités canadiennes n'ont pas les moyens de leur offrir. Par conséquent, il sera difficile de maintenir et à plus forte raison d'accroître au pays le nombre de formateurs de la prochaine génération d'ingénieurs qui répondront à la demande de l'industrie canadienne.

Le plus grave problème à long terme tient au niveau d'éducation général de la société, lequel influe sur l'aptitude du public à participer à l'économie de l'information. Les sources de talents créateurs pour ce secteur doivent provenir d'un système d'enseignement qui inculque les compétences et les aptitudes à un vaste segment du public d'où proviennent les concepteurs, les travailleurs ainsi que le personnel de vente et de gestion du secteur des TIC. À l'heure actuelle, le Canada investit beaucoup dans l'enseignement postsecondaire. Toutefois, dans une économie axée plus que jamais sur la matière grise qui est mise en valeur par cet enseignement, il faut que le système d'enseignement continue de se conformer aux normes requises, encourage le perfectionnement des compétences et stimule les sciences et la technologie afin que le Canada puisse saisir les occasions futures.

PRATIQUES EXEMPLAIRES ET ÉTUDES DE CAS

Il faut envisager les pratiques exemplaires à court terme et à long terme. Les pratiques exemplaires à court terme sont celles qui maximisent l'efficacité des talents scientifiques et techniques que le pays possède. Les pratiques exemplaires à long terme sont celles qui enrichissent les sources de talent d'où proviendront ces scientifiques, ingénieurs et techniciens à l'avenir.

Perfectionnement des compétences à court terme ou au niveau postsecondaire

Le programme O-Vitesse démontre bien comment les personnes compétentes peuvent améliorer et accroître rapidement leurs compétences actuelles pour obtenir un emploi dans l'économie de l'information. Ce programme consiste à fournir aux ingénieurs, aux mathématiciens et à d'autres candidats prometteurs une formation universitaire dans des disciplines applicables à la conception de logiciels. Les candidats au programme suivent en général une formation dans une discipline non directement liée à la conception de logiciels, mais possèdent des compétences reconnues en raison du champ d'étude qu'ils ont choisi ou de leurs aptitudes. Le programme est offert dans plusieurs universités canadiennes et le sera dans d'autres institutions. Financé au départ par le gouvernement et l'industrie privée, le programme sera de plus en plus financé par cette dernière. Grâce à la nouvelle formation qu'ils reçoivent, les candidats possèdent les compétences essentielles dans des domaines tels que l'informatique, la programmation orientée objets, les systèmes temps réel, les réseaux d'ordinateur, la gestion de données et la gestion des produits du génie logiciel. Créé par le Conseil national de recherches Canada, le programme est maintenant privatisé et pris en charge par Vitesse Reskilling Canada Inc. Il est le résultat d'un partenariat entre des particuliers, des collèges et universités, l'industrie et le gouvernement.

Le Information Technologies Institute (ITI) offre un programme de neuf mois aux diplômés universitaires qui étaient inscrits dans des disciplines non reliées normalement aux technologies de l'information, y compris en lettres et en sciences humaines. Les frais de scolarité d'environ 20 000 $ pour un cours de neuf mois sont trop élevés relativement aux frais en vigueur dans la plupart des universités canadiennes, mais l'intérêt suscité par ce programme demeure élevé en raison des possibilités de placement de 95 p. 100 dans des postes reliés aux TIC à l'intérieur de six mois au terme du programme. La décision de deux grandes banques d'accorder aux inscrits des marges de crédit non garanties pouvant atteindre jusqu'à 24 000 $ est peut-être le plus bel exemple de l'appui dont bénéficie ce programme.

Le Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc., l'Association canadienne de la technologie de l'information et l'Association canadienne de l'informatique ont uni leurs efforts afin de mettre sur pied un plan détaillé pour aborder la question des pénuries de compétences dans le secteur des TIC. Le plan prévoit la mise en œuvre de 17 projets, ce qui démontre la détermination des partenaires de l'industrie à lutter contre les pénuries de compétences anticipées. Cependant, le plan d'action commun est en suspens, parce que la plupart des activités prévues sont déjà en cours d'exécution sous les auspices de différentes organisations.

Nortel Networks a été constamment cité comme occupant une place à part en ce qui concerne la taille et la qualité de ses programmes d'alternance travail-études en génie programmes essentiels à l'avenir du Canada dans le domaine technologique.

La Société canadienne de micro-électronique offre l'exemple d'un moyen novateur et, ces 15 dernières années, efficace d'élargir le champ des compétences universitaires et d'accroître l'offre d'une main-d'œuvre de grand talent dans un secteur ciblé. Établie à Kingston, en Ontario, la Société fournit du matériel, des outils et des services de fabrication pour stimuler et appuyer la recherche et la formation des diplômés en microélectronique dans 37 universités partout au pays. Ses réalisations lui ont valu en 1997 deux Prix du partenariat en éducation décernés par le Conference Board du Canada.

Perfectionnement des compétences à long terme ou aux niveaux primaire et secondaire

À long terme, la vitalité de notre économie et de notre société dépend de nos investissements dans l'éducation et la formation et des résultats qu'obtiennent nos établissements d'enseignement. Le bassin de candidats compétents où le Canada puisera ses ingénieurs, scientifiques, techniciens et autres participants à la nouvelle économie dépend en grande partie du bon rendement de nos écoles. Puisque l'éducation relève des provinces, c'est à l'échelle provinciale que se fera le perfectionnement des compétences. Toutefois, le gouvernement fédéral est conscient de l'importance du perfectionnement des compétences en technologie de l'information. L'initiative fédérale ConnectAction vise à aider les enseignants, les entreprises et les parents en leur offrant un inventaire qu'ils peuvent consulter en direct sur le site Web du programme (**http://connectaction.ic.gc.ca**) au sujet des programmes, des pratiques exemplaires et des ressources qui permettent de mettre en valeur les compétences nécessaires à l'économie de l'information.

L'Institut de recherches d'Ottawa-Carleton a été mentionné relativement à un grand nombre d'initiatives visant entre autres à accroître le nombre de jeunes femmes dans les classes de mathématiques et à ouvrir les perspectives de formation aux étudiants qui veulent s'orienter vers la technologie. « Les programmes de l'Institut contribuent à établir des liens plus étroits entre les écoles et les entreprises. » Malheureusement, il n'a pas été possible d'obtenir plus de renseignements sur d'autres enseignants, chefs et animateurs méritoires qui contribuent grandement à l'enseignement scientifique et technique au Canada.

Annexe I : Bibliographie

April, Daniel, « Defining the Information and Communication Technology Sector: Adoption of the OECD definition and introducing the North American Industry Classification System », Statistique Canada, mars 1999, pour Industrie Canada.

Association canadienne de la technologie de l'information, « Taking Action on Canada's Skills Shortage », octobre 1998, Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc., préparé par le Working Group for the Taking Action/IT Skills Secretariat.

Canada Career Consortium, « Meeting the Career Information Needs of Canadians », 66, rue Slater, bureau 1204, Ottawa, K1P 5H1, ISBN 1-895813-58-1.

Davidman, Katie, « Human Resources Development and Planning in the Canadian Software Sector », Réseaux canadiens de recherche en politiques publiques, décembre 1998.

Department of Commerce, « America's New Deficit: The Shortage of Information Technology Workers », États-Unis, consulté à l'adresse : **http://www.ta.doc.gov/OTPolicy/reports.htm**

DRHC, *Le logiciel et la capacité concurrentielle au Canada : Les ressources humaines - enjeux et possibilités*, commandé par Emploi et Immigration Canada, Peat Marwick Stevenson et Kellogg, Abt Associates et IDC Canada, publié en 1992 et partiellement mis à jour en 1995; consulté à l'adresse : **http://www.hrdc-drhc.gc.ca/hrdc/hrib/hrp-prh/ssd-des/software_f.html**

DRHC, *Études sur les ressources humaines de l'industrie canadienne des télécommunications... un catalyseur d'activités économiques et d'interaction humaine*, préparé par KPMG Management Consulting en collaboration avec Tech Team Management et Abt Associates, financé par Développement des ressources humaines Canada (DRHC), publié en automne 1996. Version abrégée : **http://www.hrdc-drhc.gc.ca/hrdc/hrib/hrp-prh/ssd-des/telcom_f.html**

Estabrooks, Maurice, « Economic Analysis of the Internet Service Provider Industry in Canada », Industrie Canada, 1997.

Gingras, Yves et Richard Roy, « Is there a Skill Gap in Canada? », DRHC, *Quarterly Macroeconomic & Labour Market Review,* automne 1998.

Greenwood, John, « Make Radical Moves », *The Financial Post 500*, juin 1999, p. 50.

Helliwell, John. « Checking the Brain Drain: Evidence and Implications », Department of economics, University of British Colombia, 26 février 1999.

Industrie Canada, *Le matériel informatique, Partie I – Vue d'ensemble et perspectives*, publié dans La série des cadres de compétitivité sectorielle, par la Direction générale de l'industrie de la technologie de l'information, 1997 ou **http://strategis.ic.gc.ca/sc_indps/sectors/frndoc/comp1_scf.html**

Industrie Canada, *Résultats de l'Enquête sur les problèmes de ressources humaines dans le secteur des technologies de l'information;* consulté à l'adresse : **http://strategis.ic.gc.ca/SSGF/it04517f.html**

Industrie Canada, *L'industrie canadienne du matériel de télécommunications;* consulté à l'adresse : **http://strategis.ic.gc.ca/SSGF/it00431f.html**

Industrie Canada, *Information and Communications Technologies Statistical Review 1990 – 1997*, Spectre, Secteur des technologies de l'information et des communications, mai 1999.

Matloff, Norman, « Debunking the Myth of a Desperate Software Shortage », déposition au U.S. House Judiciary Committee, Subcommitee on Immigration, Department of Computer Science, University of California at Davis, présenté en avril 1998, mis à jour le 4 août 1998.

Pierlot, Paul, *Enquête de 1997 sur les fournisseurs de services Internet* (résultats provisoires) Industrie Canada, novembre 1998.

Stager, David, « Labour Market Trends for Computer Professionals in Canada », rapport préliminaire, University of Toronto, préparé pour DRHC, avril 1999.

Nortel Networks, « The Supply of High Technology Professionals: An Issue for Ontario's and Canada's Future », janvier 1998.

Weinstein, Eric, « How and Why Government, Universities and Industry Seek to Create Domestic Labor Shortages of Scientists and Engineers: An Introduction to the Real (Internal) NSF "Shortage" Study and the Circumvention of Market Forces »
http://nber.nber.org/~peat/PapersFolder/Papers/SG/NSF.html

Wilson, Tim, *The Rapid Evolution of Human Capital*, IDC Research, décembre 1998, vol 1.3 , **www.idcresearch.com**

Sites Web

Association canadienne de l'informatique	**http://www.cips.ca**
Association canadienne de la technologie de l'information	**http://www.itac.ca**
Association canadienne de technologie de pointe	**http://www.cata.ca**
Association canadienne des fournisseurs Internet	**http://www.caip.ca/francais.htm**
British Columbia Technology Industries Association	**http://www.bctia.org**
Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc.	**http://www.shrc.ca**
Consortium stratégique en microélectronique	**http://www.smc.ca**
TechnoCompétences	**http://www.technocompetences.qc.ca**

Entrevues

Ron Kawchuk, président, Association canadienne des fournisseurs Internet

Tony Stansby, président, Consortium stratégique en microélectronique

Tony Marsh, président, Société canadienne de micro-électronique

Dave Perry, Perry-Martel Associates

Paul Swinwood, directeur exécutif, Conseil des ressources humaines du logiciel (Canada) Inc.

Peter Becke, vice-président, Ressources humaines, Nortel Networks

George Hunter, directeur exécutif, British Columbia Technologies Industries Association

Shirley-Ann George, responsable des programmes gouvernementaux, IBM

John ApSimon, vice-président (Research and External), Carleton University

Christine Gagnon, coordonnatrice de l'Institut des télécommunications de Montréal